

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
21. Juli 2005 (21.07.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/066684 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G02B 23/12**,
5/20, H04N 5/33, B60R 1/00, G01S 17/93

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/053035

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. November 2004 (22.11.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 001 556.2 10. Januar 2004 (10.01.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HAUG, Karsten**
[DE/DE]; Eisenbahnstr. 44/1, 70372 Stuttgart (DE).

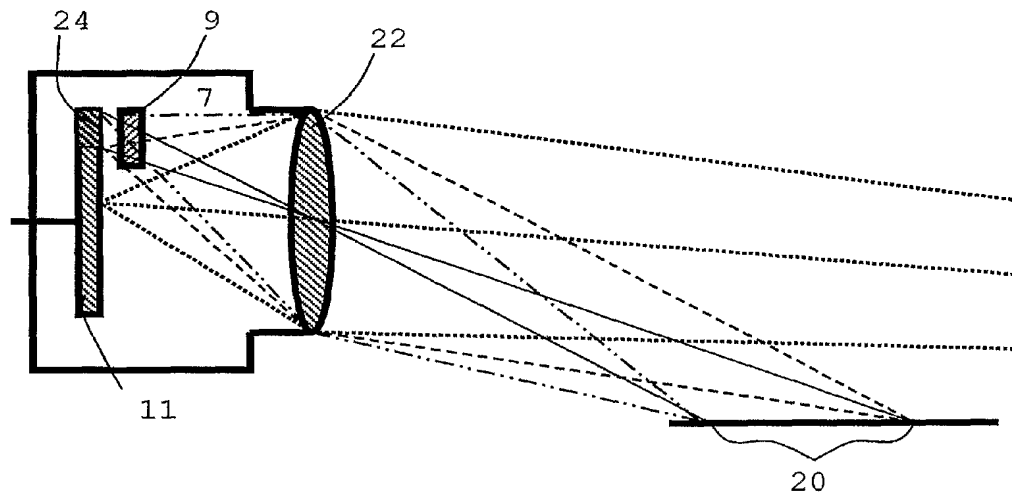
(74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**;
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: NIGHT VISION SYSTEM FOR MOTOR VEHICLES, COMPRISING A PARTIAL OPTICAL FILTER

(54) Bezeichnung: NACHTSICHTSYSTEM FÜR KRAFTFAHRZEUGE MIT PARTIELLEM OPTISCHEM FILTER



(57) Abstract: The invention relates to a night vision system for motor vehicles, comprising a camera (7) that is provided with a radiation-sensitive image sensor surface (11) and is equipped for detecting electromagnetic radiation especially in the infrared range. In order to improve such a system regarding visibility beyond the range of the dimmed headlights, said night vision system encompasses a filter element (9) that is disposed in the beam path of the night vision system so as to attenuate the detected radiation onto predetermined subareas (24) of the image sensor (11), thus making it possible to attenuate the radiation, which would otherwise be too intense, in the range of the dimmed headlights (20).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Nachtsichtsystem für Kraftfahrzeuge, enthaltend eine Kamera (7) mit einer strahlungsempfindlichen Bildsensorfläche (11), eingerichtet zum Erfassen von elektromagnetischer Strahlung insbesondere aus dem Infrarotbereich. Um ein solches System

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2005/066684 A1



TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LU, MC, NL, PL,

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

hinsichtlich der Fernsicht über den Abblendlichtbereich hinaus zu verbessern, enthält ein Filterelement (9), das derart in dem Strahlengang des Nachsichtsystems angeordnet ist, dass es eine Abschwächung der erfassten Strahlung auf vorbestimmte Teilbereiche (24) des Bildsensors (11) bewirkt. Dadurch kann die sonst zu intensive Strahlung aus dem Abblendlichtbereich (20) abgeschwächt werden.

5

10 Nachtsichtsystem für Kraftfahrzeuge mit partiellem opti-
schem Filter

Stand der Technik

15 Die Erfindung geht aus von einem Nachtsichtsystem für
Kraftfahrzeuge, das eine Kamera mit einer strahlungsemp-
findlichen Bildsensorfläche enthält, eingerichtet zum Er-
fassen von elektromagnetischer Strahlung insbesondere aus
dem nahen Infrarotbereich.

20

Dazu gehören vor allem Nachtsichtsysteme, die die Sicht des
Fahrers bei nicht eingeschaltetem konventionellem Fern-
licht verbessern.

25 Systeme zur Nachtsichtunterstützung halten vermehrt Einzug
in Kraftfahrzeuge. Nachtsichtsysteme haben zum Ziel, die
Sicht des Fahrers über den Abblendlichtbereich hinaus durch
Einsatz von Kameras und Displays oder Windschutzscheiben-
projektionen bei Nacht zu verbessern. Dabei soll der Gegen-
30 verkehr nicht geblendet werden, wie es beim konventionellen
Fernlicht, das auch Licht im sichtbaren Bereich aufweist,
der Fall wäre.

Nachtsichtunterstützung wird durch den Einsatz und die Er-
fassung von Wellenlängenbereichen erreicht, die für das
35 menschliche Auge nicht sichtbar sind. Diese werden über Ka-
meras mittels Displays oder Windschutzscheibenprojektionen

(z.B. durch Head-up-Displays) dem Fahrer zugänglich gemacht.

Konventionelle Halogenscheinwerfer (Fern- und Abblendlicht) enthalten sowohl spektrale Anteile im sichtbaren Bereich (VIS, 380nm - 780nm, vgl. DIN5030 Teil2) als auch im nahen Infrarot (NIR IR-A, 780nm - 1400nm). NIR-Fernscheinwerfer aktueller Bauart verwenden konventionelle Halogenglühlampen und blenden mittels optischen Filtern den sichtbaren Bereich aus. Zukünftig werden auch auf Lasern oder LEDs basierende NIR-Fernscheinwerfer verfügbar sein. Videokameras auf Basis von CCD- oder CMOS-Technologie weisen eine spektrale Empfindlichkeit auf, die von etwas 380nm bis ca. 1100nm reicht. Vom NIR-IR-A-Bereich wird also nur der Bereich zwischen 780nm und 1100nm genutzt. Dieser wird im folgenden als NIR-Bereich bezeichnet.

In verschiedenen bekannten Nachtsichtsystemen wird der nicht sichtbare Nahinfrarotbereich (NIR-Bereich) mit Wellenlängen von 780 bis ca. 1100 nm verwendet. Bei diesen NIR-basierten sogenannten aktiven Systemen (im Gegensatz zu auf Wärmestrahlung des fernen Infrarot basierenden Systemen) wird der von NIR-Fernscheinwerfern des Kraftfahrzeugs ausgeleuchtete Bereich als Nahinfrarotbild zur Nachtsichtunterstützung des Fahrers mit einer Videokamera erfasst und mittels Display (konventionell oder Head-up-Display) für den Fahrer visualisiert.

Bei reinen NIR-Systemen (ohne Nutzung des VIS-Bereichs) wird von der Kamera lediglich das Bild aus dem NIR-Bereich von 780nm - ca. 1100nm aufgenommen und für den Fahrer auf einem Display oder Head-up-Display sichtbar gemacht. In Kunihiko Toyofuku et al.: "The „Night View System" using Near-Infrared Light", in SAE 2003-01-0018, S.33 - S.38, wird ein solches System offenbart. Dort unterdrückt ein Blockfilter im Strahlengang vor dem Bildsensor (Imager)

- 3 -

komplett die Aufnahme des sichtbaren Bereichs (VIS-Bereich), also die Wellenlängen von 380 bis 780 nm. Damit werden jedoch bei den für die Nachtsichtunterstützung relevanten Bildbereichen mögliche Verbesserungen der Bildqualität durch Strahlung aus dem sichtbaren (VIS) Bereich verhindert und dem Fahrer sicherheitsrelevante Informationen vorausfahrender Fahrzeuge wie z.B. LED-basierte Bremsleuchten vorenthalten, die nur im sichtbaren Bereich verfügbar sind.

Des Weiteren sind gemischte NIR-VIS-Systeme bekannt. Dabei wird sowohl Strahlung aus dem NIR- als auch aus dem VIS-Bereich erfasst, und das Bild auf einem Display visualisiert. Die dafür verwendete Kamera ist in einem Wellenlängenbereich von ca. λ_{unten} bis λ_{oben} sensitiv, wobei λ_{unten} im sichtbaren Bereich zwischen 380nm und 780nm und λ_{oben} zwischen 780nm und 1100nm im NIR-Bereich liegt.

Ein Problem bei reinen NIR-Systemen und insbesondere bei den kombinierten NIR-VIS-Systemen ist die ungleichmäßige Ausleuchtung des mit der Kamera erfassten Bereichs. Für die Verbesserung der Sicht bei Nacht ist hauptsächlich die Visualisierung des Sichtfeldes über den Abblendlichtbereich hinaus interessant. Der Abblendlichtbereich (im folgenden als Nahbereich bezeichnet) ist durch das Abblendlicht bereits hinreichend ausgeleuchtet und daher von untergeordneter Bedeutung, wird aber trotzdem (zumindest teilweise) dargestellt, um dem Fahrer die Orientierung bei der Betrachtung des Nachtsichtbildes zu erleichtern. Helle Ausleuchtung des Kamerabildes für diesen Bereich tritt auf, weil sich das konventionelle Abblendlicht und das NIR-Fernlicht ergänzen. Außerdem werden nahe Bereiche prinzipbedingt stärker ausgeleuchtet und heller abgebildet als entfernt liegendere Zonen.

Ein Teil der begrenzten Helligkeits-Dynamik der Kamera und des Displays wird dadurch aufgrund des hellen Nahbereichs

- 4 -

„verschenkt“, so dass z.B. dunkle Bereiche jenseits des Nahbereichs (im folgenden als Fernbereich bezeichnet) nicht mehr so gut aufgelöst werden können.

Außerdem wird die Aufmerksamkeit des Fahrers verstärkt auf den hellen Nahbereich gelenkt, so dass die Wahrnehmung von kritischen Details im Fernbereich erschwert wird.

Eine von Software-Algorithmen in der Bildverarbeitung (bei rein darstellenden Systemen auch als Bildbearbeitung bezeichnet) rechnerisch durchgeführte Abdunklung von unerwünscht hellen Bereichen erfordert großen Rechenaufwand und zusätzlichen Speicherplatz, was die Kosten für das entsprechend ausgerüstete Nachtsichtsteuergerät erhöht.

Bei einfachen Nachtsichtsystemen, die keinen Bildverarbeitungsrechner enthalten, ist eine solche softwaregestützte Nachbearbeitung des Kamerabildes nicht möglich.

Auch können durch eine softwaregestützte Nachbearbeitung Übersteuerungen des Imagers aufgrund begrenzter Helligkeits-Dynamik nicht mehr korrigiert werden. Außerdem ist eine wellenlängenabhängige Abschwächung des Nahbereichs über Software-Algorithmen bei Grauwertkameras nicht möglich, bei Farbkameras nur mit großem Aufwand.

Vorteile der Erfindung

Mit den Maßnahmen der unabhängigen Ansprüche wird erreicht, dass ohne die Zuhilfenahme von bildverarbeitenden Software-Algorithmen eine Abschwächung der erfassten Strahlung auf vorbestimmten Teilbereichen der Bildsensorfläche der Kamera des Nachtsichtssystems erfolgt, auf die regelmäßig sonst unerwünscht hohe Strahlungsintensität entfallen würde. Dadurch, dass die Abschwächung der Strahlung erfindungsgemäß in vorbestimmten Teilbereichen durch ein entsprechend in dem Strahlengang des Nachtsichtssystems angeordnetes optisches Filterelement bewirkt wird, ist die Strahlung bereits vor der Erfassung in der Bildsensorfläche in den gewünschten Bildbereichen, wie insbesondere dem Abbild des zu hel-

- 5 -

len Nahbereichs, reduziert. Der Strahlengang wird für den Zweck der vorliegenden Erfindung verstanden als der Weg vom beleuchteten Objekt zum Imager, wobei für die vorliegende Erfindung sich die geeigneten Positionen des Filterelements bevorzugt in dem Abschnitt unmittelbar vor und/oder innerhalb der Kamera befinden.

Kostenintensive Software-Algorithmen zur Bildnachbereitung sind dann für die Abdunklung von Bildbereichen, die regelmäßig unerwünscht hell wären, entbehrlich. Die Sicht des Fahrers wird auf unkomplizierte Weise mehr auf die für die Nachtsichtunterstützung interessanten Bildausschnitte gelenkt. Eine Übersteuerung von Teilbereichen der Bildsensorfläche wird vermieden und die verfügbare Helligkeitsdynamik von Kamera und Display bezüglich der für die Nachtsichtunterstützung relevanten Bildbereiche besser ausgenutzt.

In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen Weiterbildungen und Verbesserungen des jeweiligen Gegenstandes der Erfindung angegeben.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Systems enthält eine Kamera, die in einem Wellenlängenbereich von 380 bis 1100 nm sensitiv ist. Dabei wird Strahlung sowohl aus dem VIS- als auch aus dem NIR-Bereich erfasst, was die Qualität der Nachtsichtunterstützung erhöht (z.B. auch LED-Brems- und Rückleuchten sichtbar).

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Nachtsichtsystems ist die filterbedingte Abschwächung der Strahlung zumindest des Teils der Bildsensorfläche, auf den der Nahbereich aus Fahrersicht abgebildet wird. Es handelt sich dabei um den Bereich unmittelbar vor dem Kraftfahrzeug, der aus Sicht des Fahrers mittels Abblendlicht bereits ausreichend einsehbar ist. Die hohe Helligkeit, hervorgerufen insbesondere durch Kombination von Ab-

- 6 -

blendlicht und NIR-Fernlicht, wird so in diesem für die Nachtsichtunterstützung uninteressanten Bereich erfindungsgemäß abgeschwächt, was eine Verbesserung der Nachtsicht über den Abblendlichtbereich hinaus zur Folge hat. Die Aufmerksamkeit des Fahrers wird nicht durch große Helligkeit im Nahbereich abgelenkt. Außerdem wird der Dynamikbereich der Kamera besser ausgenutzt, so dass dunkle Bildbereiche (insbesondere im Fernbereich) höher aufgelöst werden können.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der vorliegenden Erfindung ist eine wellenlängenabhängige Filtercharakteristik des optischen Filters, wobei diese eine individuell auf die spezielle Verwendung des Systems angepasste Durchlassfunktion aufweist. So kann beispielsweise die Wellenlängencharakteristik des Bildsensors in der Kamera und/oder der Scheinwerfer durch eine inverse Wellenlängencharakteristik des optischen Filters berücksichtigt werden, wodurch über einen großen Wellenlängenbereich hinweg eine homogene spektrale Empfindlichkeit des Gesamtsystems erreicht wird.

Durch die Wahl unterschiedlicher spektraler Bereiche von Abblendlicht und NIR-Fernlicht, kann eine Abschwächung des Abblendlichts stark vereinfacht werden. Wählt man die Spektren von NIR-Fernlicht und konventionellem Abblendlicht so, dass sie nicht überlappen (z.B. durch Blockung des NIR-Anteils mittels optischem Filter im Abblendlicht-Scheinwerfer), dann ist eine vollständige Unterdrückung des Abblendlichtanteils im NV-Bild möglich (spektrale Separierung).

Besonders vorteilhaft ist eine Blockung aller spektraler Anteile über ca. 600nm im Abblendlichtspektrum, da dann die Nachtsicht-Kamera so ausgelegt werden kann (Durchlaßbereich von 600nm bis 1100nm), dass trotz Abblendlichtunterdrückung noch LED-Rück- oder Bremsleuchten mit einer Wellenlänge von z.B. 625nm erfaßt werden können. Bei der Auslegung der wellenlängenabhängigen Filtercharakteristik kann das spektrale

- 7 -

Reflexionsverhalten der Straße (z.B. von Asphalt) mitberücksichtigt werden.

Eine zusätzliche Verbesserung stellt die Auswechselbarkeit
5 des optischen Filters dar. Dies ermöglicht eine einfache Anpassung an unterschiedliche Fahrzeugtypen oder -varianten. Auch Nachrüstsysteme können damit einfach an verschiedene Fahrzeugtypen angepaßt werden.

10 Besonders geeignet zur effektiven Abschwächung von Strahlung aus einem bestimmten Objektbereich wie z.B. dem Nahbereich ist die Positionierung des Filters direkt vor der Bildsensorfläche. Ein optischer Filter als Beschichtung auf der Bildsensorfläche ist dabei eine vorteilhafte Variante,
15 denn eine Befestigungseinrichtung für den Filter entfällt dadurch. Alternativ kann das Filter als Beschichtung auf einem Abdeckglas für den Bildsensor (Glas-Lid) angebracht sein, das den eigentlichen Bildsensor und seine Bonddrähte vor Beschädigung schützt. Alternativ kann das Lid selbst
20 als optisches Filter ausgeprägt sein. Günstig kann auch eine Integration des Filters ins Objektiv sein. Hier bietet sich insbesondere die Beschichtung der letzten, dem Imager zugewandten Linse an.

25 Zeichnungen

Anhand der Zeichnungen werden Ausführungsbeispiele der Erfindung erläutert.

30 Es zeigen
Fig. 1 ein Blockschaltbild einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Nachtsichtsystems für Kraftfahrzeuge;

35 Fig. 2 eine Skizze eines Querschnitts einer Kamera mit im Strahlengang eines Nachtsichtsystems erfindungs-

- 8 -

gemäß angeordnetem Filterelement zur Abschwächung erfasster Strahlung aus dem Nahbereich;

Fig. 3 ein Diagramm zur Darstellung einer wellenlängenabhängigen Durchlasscharakteristik eines Beispiels für ein erfindungsgemäß im Strahlengang eines Nachtsichtsystems verwendbares Filterelement.

Fig. 4 eine Skizze einer Ausführungsform einer Bildsensorfläche mit einer erfindungsgemäßen als Filter wirksamen Beschichtung, eingerichtet zur Verwendung in einem Nachtsichtsystem für Kraftfahrzeuge;

Fig. 5 eine skizzenhafte Darstellung der örtlichen Intensitätsverteilung des Abblendlichts zur Veranschaulichung einer möglichst inversen, örtlichen Charakteristik einer Ausführungsform eines optischen Filters zur Abschwächung des Nahbereichs, eingerichtet zur Verwendung in einem Nachtsichtsystem für Kraftfahrzeuge.;

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder funktionsgleiche Komponenten.

Figur 1 zeigt ein Blockschaltbild einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Nachtsichtsystems 1 für Kraftfahrzeuge. Das Nachtsichtsystem 1 verfügt über eine Kontrolleinheit 3, die mit den weiteren Komponenten des Systems verbunden ist, diese steuert und deren Signale und Daten verarbeitet.

Nach Aktivierung des Nachtsichtsystems durch eine Bedieneinheit 13, schaltet die Kontrolleinheit 3 die NIR-Fernlichtscheinwerfer 5 ein. Diese Scheinwerfer 5 leuchten

- 9 -

im NIR-Wellenlängenbereich (780 bis ca. 1100nm) einen ähnlichen räumlichen Bereich wie bei konventionellem Fernlicht vor dem Kraftfahrzeug aus. Die Reichweite beträgt ungefähr 250 Meter.

5

Eine auch für den NIR-Bereich sensitive Kamera 7 mit CCD- oder CMOS-Bildsensor (jeweils mit linearer oder nicht-linearer Intensitätskennlinie) mit einem Schärfentiefenbereich von ca. 2m bis unendlich erfasst unter anderem die
10 von Objekten, die sich im NIR-Fernlichtbereich befinden, reflektierte NIR-Strahlung. Erfindungsgemäß ist die Kamera 7 mit einem in dem Strahlengang des Nachtsichtsystems 1 angeordneten optischen Filterelement 9 ausgestattet, mit dem die Strahlung auf einem vorbestimmten Teilbereich der Bild-
15 sensorfläche 11 in der Kamera 7 abgeschwächt wird. Die Bildsensorfläche ist beispielsweise ein CCD- oder CMOS-Chip

Die von der Kamera 7 erfassten Bilddaten werden über die
20 Kontrolleinheit 3 an eine Darstellungseinheit 15 übermittelt. In der Darstellungseinheit 15 wird das Bild der Kamera auf einem Display 17 für den Fahrer visualisiert. Das Display 17 ist beispielsweise ein sogenanntes „head-up display“, mit dem das visualisierte Bild der Kamera für den
25 Fahrer gut sichtbar auf einen unteren Teil der Windschutzscheibe geworfen wird.

In **Figur 2** ist ein Querschnitt einer Kamera 7 mit im Strahlengang eines Nachtsichtsystems erfindungsgemäß angeordneten Filterelement 9 zur Abschwächung erfasster Strahlung
30 aus dem Nahbereich 20 schematisch skizziert. In der in **Figur 2** dargestellten Ausführungsform befindet sich ein solches Filterelement 9 unmittelbar vor dem Teilbereich des Bildsensors, auf den der Nahbereich abgebildet wird. Die
35 gestrichelten Linien stellen die Randstrahlen des Strahlenbündels ausgehend vom vorderen und hinteren Ende des

- 10 -

Nahbereichs 20 dar. Die Position des Filterelements wird so gewählt, dass alle vom Nahbereich auf die Bildsensorfläche fallenden Strahlen durch das Filterelement 9 gehen.

Die durchgezogenen Linien stellen den Hauptpunktstrahl des vorderen, bzw. hinteren Randpunkts des Nahbereichs dar.

Die gepunkteten Linien bilden einen bestimmten, willkürlich gewählten Punkt aus dem Fernbereich ab, der, wie aus der Zeichnung ersichtlich, nicht durch das Filterelement 9 abgeschwächt wird.

Wie der Fachmann erkennen wird, ist es vorteilhaft, das Filterelement 9 möglichst nahe an der Bildsensorfläche 11 zu haben, um eine möglichst scharfe Grenze zwischen Nahbereichsabbildung und Fernbereichsabbildung mit möglichst geringem Überlapp zu haben, damit möglichst wenige Strahlen von Bildpunkten aus dem Fernbereich gefiltert abgebildet werden, und möglichst viele Strahlen aus dem Nahbereich 20 durch das Filter 9 gefiltert werden.

Dabei wird die aus dem Nahbereich 20 von der Kamera 7 erfasste Strahlung über das Kameraobjektiv 22, das zusammengefasst als eine Linse dargestellt ist, auf einen oberen Bereich der Bildsensorfläche 11, den sogenannten Nahbereichs-Bildbereich 24 projiziert. Direkt vor diesem Nahbereichs-Bildbereich 24 ist erfindungsgemäß das Filterelement 9 angeordnet.

Das Filterelement 9 kann aus dem Material/den Schichten eines handelsüblichen Interferenzfilters oder Absorptionsfilters bestehen. Dieser Filter 9 schwächt die Strahlung aus dem Nahbereich 20 nach seiner Wellenlängencharakteristik ab. Auf den übrigen Teil der Bildsensorfläche 11 trifft die ungefilterte Strahlung, die vom Fernbereich kommt. Beispielsweise ist ein Filter, dessen Abschwächung der Strahlung die inverse ortsabhängige Charakteristik der Abbildung des Abblendlichts des Kraftfahrzeugs aufweist, vor der Bildsensorfläche 11 angebracht. Es sind auch andere Filterelemente, die einen über den reinen Nahbereich hin-

- 11 -

ausreichenden Bereich abdecken, möglich. Diese weisen beispielsweise eine ortsabhängige Filtercharakteristik auf, die sich an der Gesamt-Intensität der von der Kamera 7 erfassten Strahlung orientieren und damit nicht nur eine Überstrahlung des Nahbereichs korrigieren, sondern zusätzlich auch Inhomogenitäten im Fernbereich durch eine inverse Charakteristik kompensieren. So kann eine homogene Intensität des gesamten Sichtbereichs der Kamera erzielt werden, so daß beispielsweise die Vignettierung kompensiert wird.

Der Filter 9 bzw. die Filterbechichtung kann dann die gesamte Imagerfläche oder aber nur Teile davon beeinflussen.

Der Filter 9 kann auch eine wellenlängenabhängige Durchlasscharakteristik aufweisen. Außerdem ist eine Kombination von ortsabhängiger und wellenlängenabhängiger Charakteristik möglich.

In **Figur 3** ist in Diagrammform ein Beispiel für eine solche wellenlängenabhängige Durchlass- bzw. Transmissionscharakteristik des Filters dargestellt.

Die Transmissionsrate T ist eine Funktion über der Wellenlänge λ . Die Abschwächung für den sichtbaren Bereich (380-780nm) ist mit ca. 90% sehr stark. Hingegen beträgt die Unterdrückung der Strahlung im NIR-Bereich (780-1100nm) nur ca. 4%. Eine Kombination der ortsabhängigen Charakteristik mit einer wellenlängenspezifischen Durchlaßcharakteristik ist auch vorteilhaft, um zum Beispiel eine ebenfalls starke Abschwächung der NIR-Strahlung aus dem Nahbereich und einen für den übrigen Bildsensorflächenbereich gleich guten Durchlass von VIS- und NIR-Strahlung zu erzielen.

In **Figur 4** ist eine Ausführungsform einer erfindungsgemäß mit einem optischen Filter beschichteten Bildsensorfläche 11 eingerichtet zur Verwendung in einem Nachtsichtsystem für Kraftfahrzeuge skizziert. Die Bildsensorfläche 11 weist

- 12 -

eine Beschichtung auf, die ortsabhängig nur für einen Teilbereich 24 der Bildsensoroberfläche die dort auftreffende Strahlung abschwächt. Die Beschichtung 24 besteht aus einem geeigneten Material, wie es weiter oben erwähnt wurde.

5 Die Filterwirkung kann dabei neben einer stets vorhandenen wellenlängenabhängigen Charakteristik eine ortsabhängige Charakteristik aufweisen, die beispielsweise durch Aufbringen unterschiedlicher Beschichtungen an verschiedenen Orten erzielt wird.

10

Mit Bezug zu der örtlichen Filtercharakteristik gibt Fig. 5 die örtliche Intensitätsverteilung des Abblendlichts aus Sicht der Kamera wieder. Die grau gezeichneten Boxen 19 und 19' kennzeichnen in etwa den Nahbereich und damit die Lage und Größe des (invers anzubringenden) optischen Filters 9. Es ist gut zu erkennen, daß der Filter nicht zwingend die gesamte Breite des Bildsensors einnehmen muss.

15

Da der Filter 9 (in Fig. 5 nicht abgebildet) eine inverse Charakteristik der Intensität aufweisen sollte um ein möglichst gleichmäßig helles Bild für den Fahrer zu erzeugen, gilt folgendes:

20

Für dunkle Bereiche soll es bevorzugt keine Abschwächung durch das Filter und für helle Bereiche soll es eine starke Abschwächung durch den Filter 9 geben. Die zwischenliegenden Helligkeitsstufen sollten möglichst kontinuierlich ebenfalls invers abgebildet werden.

25

Die örtlich unterschiedliche Abschwächung und die möglichst stufenlose Variation des Transmissionsvermögens des Filters 9 ist auf unterschiedliche Weise realisierbar:

30

Zum einen durch eine örtlich unterschiedliche Aufbringung einer unterschiedlichen Anzahl von Dämpfungsschichten gleicher Transmissivität:

35

Eine Dämpfungsschicht weist beispielsweise eine Transmissivität von 95% auf. Werden dann z.B. 5 Schichten übereinander aufgebracht, dann erhält man eine Gesamtdurchlässigkeit von $95\% \text{ hoch } 5 = 77\%$. Die unterschiedliche Anzahl von

- 13 -

Schichten an verschiedenen Orten kann beispielsweise über Masken und mehrmaliges Beschichten realisiert werden.

Zum Anderen durch örtlich unterschiedliche Aufbringung verschiedener Schichten mit unterschiedlicher Transmissivität. So werden nacheinander z.B. Schichten mit Transmissivitäten von 95%, 90%, 85%, ... über mehrere Masken aufgebracht, die nicht überlappen.

Die beiden Verfahren können auch kombiniert werden.

Obwohl die vorliegende Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele vorstehend beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Weise modifizierbar.

So kann der optische Filter bereits vor der Kamera im Strahlengang des Nachtsichtsystems angebracht sein. Denkbar wäre beispielsweise eine partielle, filternde Beschichtung der Windschutzscheibe.

Schließlich können die Merkmale der Unteransprüche im wesentlichen frei miteinander und nicht durch die in den Ansprüchen vorliegende Reihenfolge miteinander kombiniert werden, sofern sie unabhängig voneinander sind.

5

Patentansprüche

1. Nachtsichtsystem (1) für Kraftfahrzeuge, enthaltend
10 eine Kamera (7) mit einem Bildsensor (11), eingerichtet
zum Erfassen von elektromagnetischer Strahlung insbeson-
dere aus dem sichtbaren (VIS) und Infrarotbereich (NIR),
gekennzeichnet dadurch, dass
es ein Filterelement (9) enthält, das derart in dem
15 Strahlengang des Nachtsichtsystems (1) angeordnet ist,
dass es eine Abschwächung der erfassten Strahlung aus
vorbestimmten Teilbereichen (24) der Bildszene (11) be-
wirkt, die auf vorbestimmte Teilbereiche des Bildsensors
abgebildet werden.
- 20
2. Nachtsichtsystem (1) nach Anspruch 1, dadurch gekenn-
zeichnet, dass die Kamera (7) in einem Wellenlängenbe-
reich von 400 bis 1100 nm oder Teilbereichen daraus sen-
sitiv ist, die jedoch mindestens auch einen Anteil im
25 nahen Infrarot (Wellenlänge > 780nm) enthält.
3. Nachtsichtsystem (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch
gekennzeichnet, dass die filterbedingte Abschwächung der
Strahlung zumindest den Teil der Bildsensorfläche (11)
30 umfasst, auf den der Nahbereich (20) aus Fahrersicht ab-
gebildet wird.
4. Nachtsichtssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis
3, dadurch gekennzeichnet, dass das Filterelement (9)
35 eine wellenlängenabhängige Filtercharakteristik auf-
weist, wobei diese eine individuell auf die spezielle
Verwendung des Systems (1) angepasste Durchlassfunktion

aufweist.

5. Nachtsichtssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Filterelement (9)
5 eine ortsabhängige Filtercharakteristik aufweist, wobei diese eine individuell auf die spezielle Verwendung des Systems (1) angepasste Durchlassfunktion aufweist.
6. Nachtsichtssystem (1) nach dem vorstehenden Anspruch,
10 wobei die ortsabhängige Filtercharakteristik entsprechend der inversen, ortsabhängigen Empfindlichkeit des gesamten optischen Systems eingestellt ist, um Inhomogenitäten der Strahlungsintensität insbesondere aus dem Fernbereich zu kompensieren
- 15 7. Nachtsichtssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Filterelement (9) auswechselbar befestigt ist.
- 20 8. Nachtsichtssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass sich das Filterelement (9) direkt vor dem Bildsensor (11) befindet.
- 25 9. Nachtsichtssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6 oder 8,
dadurch gekennzeichnet, dass das Filterelement (9) als Beschichtung (24) auf dem Bildsensor (11) vorgesehen ist.
- 30 10. Nachtsichtssystem nach einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 6, wobei das Filterelement (9) als integrierter Teil eines Schutzglases für den Bildsensor (11) ausgebildet ist.
- 35 11. Nachtsichtssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Spektren von NIR-Fernlicht und konventionellem Abblendlicht möglichst geringe oder keine Überlappung besitzen.

12. Kamera (7) für ein Nachtsichtsystem (1) für Kraftfahrzeuge, enthaltend eine strahlungsempfindliche Bildsensorfläche (11), eingerichtet zum Erfassen von elektromagnetischer Strahlung insbesondere aus dem Infrarotbereich, gekennzeichnet dadurch, dass sie (11) ein Filterelement (9) enthält, das derart in dem Strahlengang des Nachtsichtsystems (1) angeordnet ist, dass es eine Abschwächung der erfassten Strahlung auf vorbestimmte Teilbereiche der Bildsensorfläche (11) bewirkt.
13. Filterelement (9) für ein Nachtsichtsystem (1) für Kraftfahrzeuge, wobei das Nachtsichtsystem eine Kamera (7) mit einer strahlungsempfindlichen Bildsensorfläche (11) enthält, eingerichtet zum Erfassen von elektromagnetischer Strahlung insbesondere aus dem Infrarotbereich, gekennzeichnet dadurch, dass das Filterelement (9) dafür eingerichtet ist, derart in dem Strahlengang des Nachtsichtsystems (1) angeordnet zu werden, dass eine Abschwächung der erfassten Strahlung auf vorbestimmte Teilbereiche (24) der Bildsensorfläche (11) bewirkt wird.
14. Bildsensorfläche (11) einer Kamera (7) in einem Nachtsichtsystem (1) für Kraftfahrzeuge eingerichtet zum Erfassen von elektromagnetischer Strahlung insbesondere aus dem Infrarotbereich, gekennzeichnet dadurch, dass die Bildsensorfläche (11) eine Beschichtung (24) enthält, wobei die Beschichtung (24) eine Abschwächung der in der Kamera erfassten Strahlung auf vorbestimmte Teilbereiche der Bildsensorfläche (11) bewirkt.

1/3

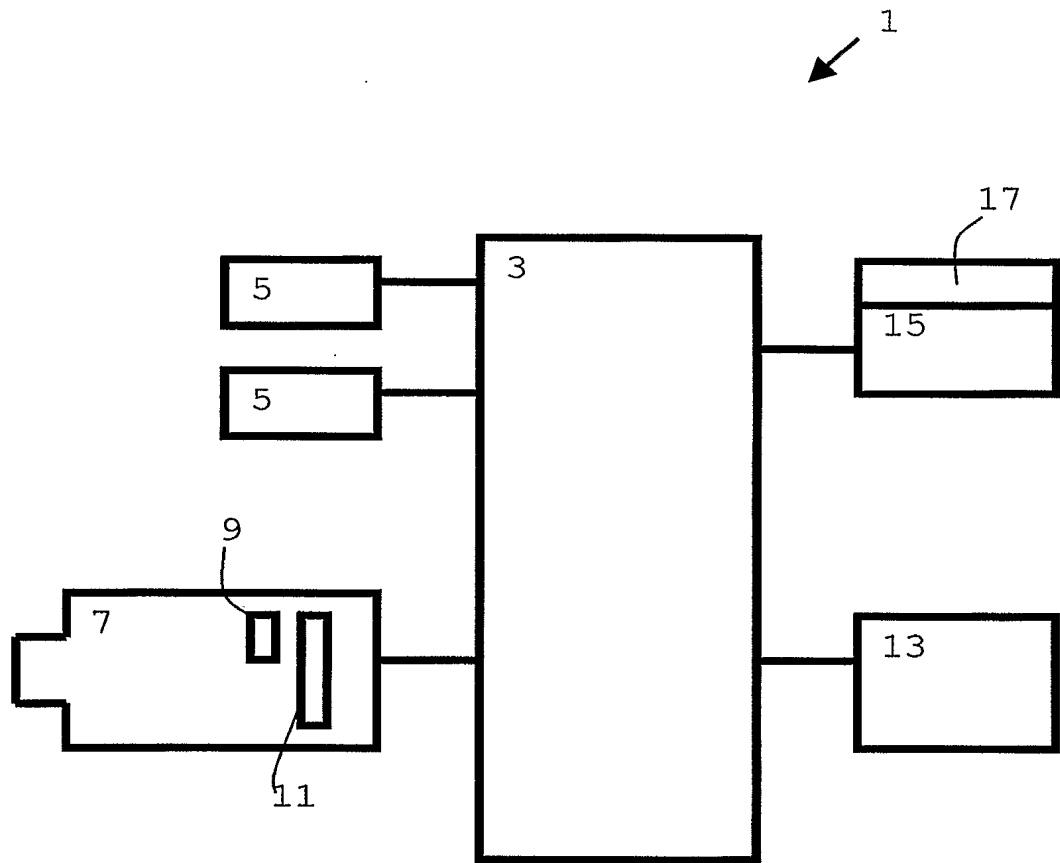


FIG. 1

2/3

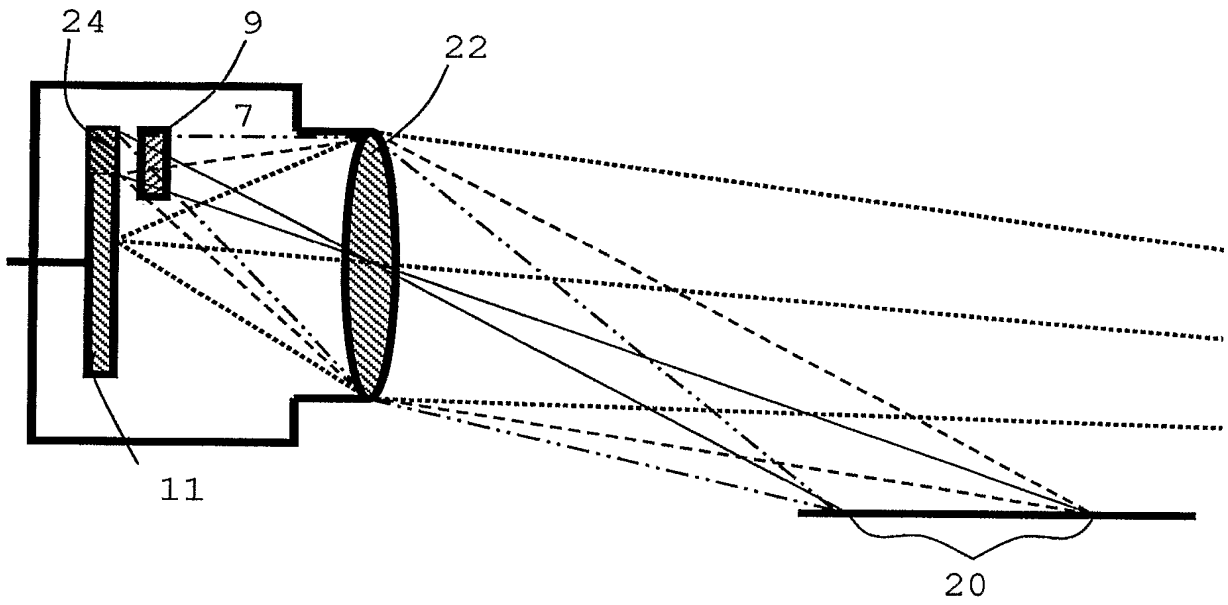


FIG. 2

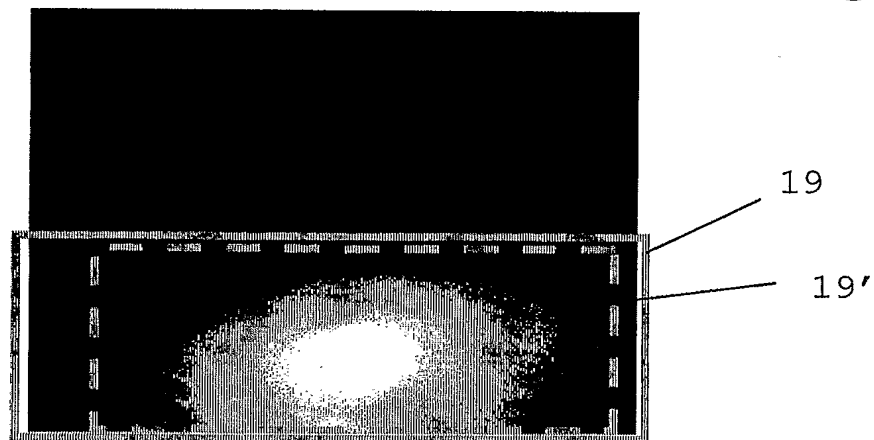


FIG. 5

3/3

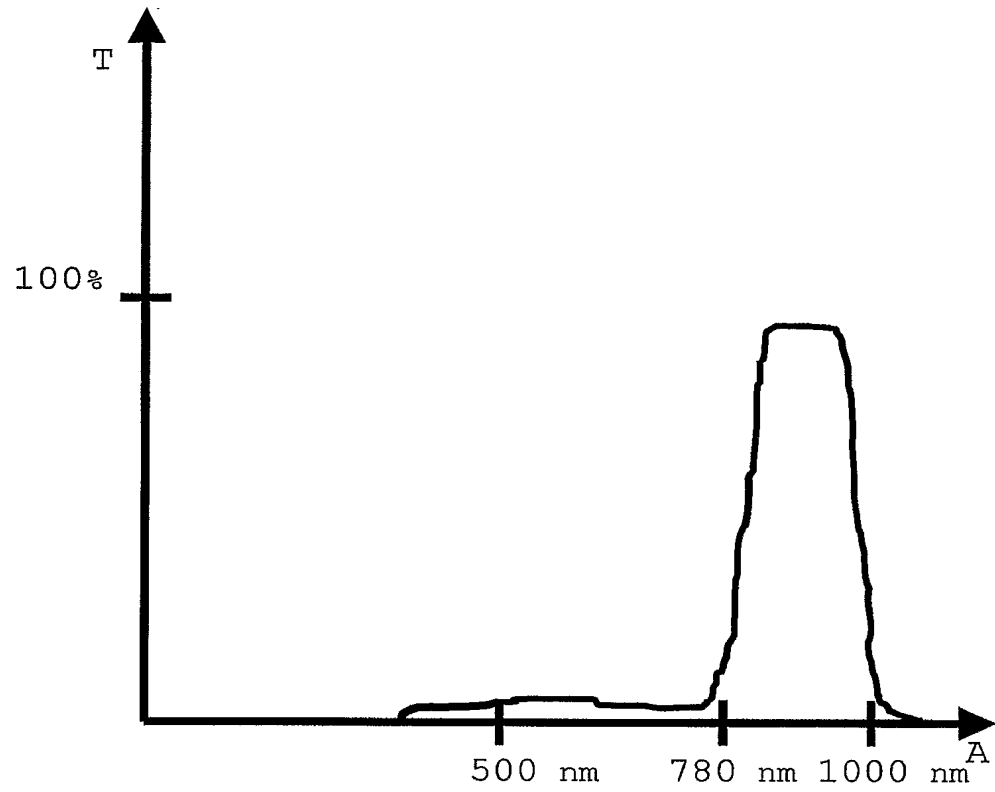


FIG. 3

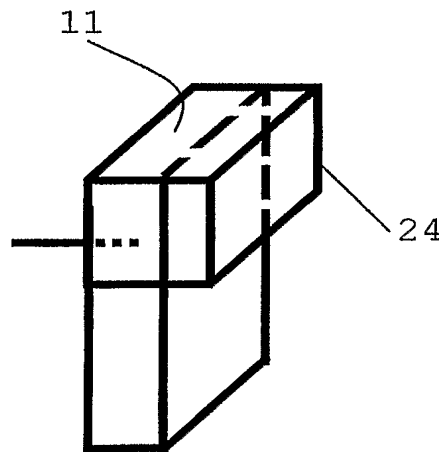


FIG. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/053035

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G02B23/12 G02B5/20 H04N5/33 B60R1/00 G01S17/93

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G02B H04N B60R G01S H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 41 07 850 A1 (DAIMLER-BENZ AKTIENGESELLSCHAFT, 7000 STUTTGART, DE) 17 June 1992 (1992-06-17)	1-8, 10-13
Y	column 2, line 8 - line 11 column 3, line 5 - line 8 column 3, line 29 - line 30 column 3, line 48 - line 66 figures 2,7	9,14
X	DE 41 37 551 A1 (DAIMLER-BENZ AKTIENGESELLSCHAFT, 7000 STUTTGART, DE) 11 March 1993 (1993-03-11) column 1, line 3 - line 6 column 1, line 33 - line 39 column 2, line 45 - line 68	1-8, 10-13

-/--

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

* & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 February 2005

Date of mailing of the international search report

22/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hornung, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/053035

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 732 849 A (VALEO VISION) 11 October 1996 (1996-10-11) page 1, line 28 - page 3, line 4 page 4, line 32 - line 34 page 5, line 16 - line 32 -----	1,2,5,8, 10-13
Y	US 3 704 375 A (JOSEPH E. SLAWEK JR ET AL) 28 November 1972 (1972-11-28) column 4, line 51 - line 64 figure 5 -----	9,14
P,X	EP 1 465 002 A (DAIMLERCHRYSLER AG) 6 October 2004 (2004-10-06) paragraphs '0003!', '0007!', '0011!', '0013! -----	1,2,4,5, 7,12,13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/053035

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4107850	A1	17-06-1992	DE 4007646 A1 19-09-1991
			DE 4129751 A1 11-03-1993
			DE 4137550 A1 11-03-1993
			DE 4137551 A1 11-03-1993
			DE 4137552 A1 11-03-1993
			DE 59107029 D1 18-01-1996
			EP 0490029 A2 17-06-1992
DE 4137551	A1	11-03-1993	DE 4007646 A1 19-09-1991
			DE 4107850 A1 17-06-1992
			DE 4137550 A1 11-03-1993
			DE 4137552 A1 11-03-1993
			DE 59107029 D1 18-01-1996
			EP 0490029 A2 17-06-1992
			DE 4129751 A1 11-03-1993
FR 2732849	A	11-10-1996	FR 2732849 A1 11-10-1996
US 3704375	A	28-11-1972	BE 766743 A1 05-11-1971
			CA 961968 A1 28-01-1975
			CH 524896 A 30-06-1972
			DE 2122065 A1 18-11-1971
			FR 2088357 A5 07-01-1972
			GB 1315300 A 02-05-1973
			NL 7103056 A 09-11-1971
			SE 348886 B 11-09-1972
EP 1465002	A	06-10-2004	DE 10315741 A1 04-11-2004
			EP 1465002 A1 06-10-2004
			US 2004195508 A1 07-10-2004

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/053035

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
IPK 7	G02B23/12	G02B5/20 H04N5/33 B60R1/00 G01S17/93
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 G02B H04N B60R G01S H01L		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 41 07 850 A1 (DAIMLER-BENZ AKTIENGESELLSCHAFT, 7000 STUTTGART, DE) 17. Juni 1992 (1992-06-17)	1-8, 10-13
Y	Spalte 2, Zeile 8 - Zeile 11 Spalte 3, Zeile 5 - Zeile 8 Spalte 3, Zeile 29 - Zeile 30 Spalte 3, Zeile 48 - Zeile 66 Abbildungen 2,7	9,14
X	DE 41 37 551 A1 (DAIMLER-BENZ AKTIENGESELLSCHAFT, 7000 STUTTGART, DE) 11. März 1993 (1993-03-11) Spalte 1, Zeile 3 - Zeile 6 Spalte 1, Zeile 33 - Zeile 39 Spalte 2, Zeile 45 - Zeile 68	1-8, 10-13
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 18. Februar 2005		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 22/03/2005
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Hornung, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/053035

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^a	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	FR 2 732 849 A (VALEO VISION) 11. Oktober 1996 (1996-10-11) Seite 1, Zeile 28 - Seite 3, Zeile 4 Seite 4, Zeile 32 - Zeile 34 Seite 5, Zeile 16 - Zeile 32 -----	1,2,5,8, 10-13
Y	US 3 704 375 A (JOSEPH E. SLAWEK JR ET AL) 28. November 1972 (1972-11-28) Spalte 4, Zeile 51 - Zeile 64 Abbildung 5 -----	9,14
P,X	EP 1 465 002 A (DAIMLERCHRYSLER AG) 6. Oktober 2004 (2004-10-06) Absätze '0003!, '0007!, '0011!, '0013! -----	1,2,4,5, 7,12,13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/053035

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4107850	A1	17-06-1992	DE 4007646 A1 19-09-1991
			DE 4129751 A1 11-03-1993
			DE 4137550 A1 11-03-1993
			DE 4137551 A1 11-03-1993
			DE 4137552 A1 11-03-1993
			DE 59107029 D1 18-01-1996
			EP 0490029 A2 17-06-1992
DE 4137551	A1	11-03-1993	DE 4007646 A1 19-09-1991
			DE 4107850 A1 17-06-1992
			DE 4137550 A1 11-03-1993
			DE 4137552 A1 11-03-1993
			DE 59107029 D1 18-01-1996
			EP 0490029 A2 17-06-1992
			DE 4129751 A1 11-03-1993
FR 2732849	A	11-10-1996	FR 2732849 A1 11-10-1996
US 3704375	A	28-11-1972	BE 766743 A1 05-11-1971
			CA 961968 A1 28-01-1975
			CH 524896 A 30-06-1972
			DE 2122065 A1 18-11-1971
			FR 2088357 A5 07-01-1972
			GB 1315300 A 02-05-1973
			NL 7103056 A 09-11-1971
			SE 348886 B 11-09-1972
EP 1465002	A	06-10-2004	DE 10315741 A1 04-11-2004
			EP 1465002 A1 06-10-2004
			US 2004195508 A1 07-10-2004